

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-198808

(43) 公開日 平成7年(1995)8月1日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 1 R 31/36

識別記号

庁内整理番号

E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平5-336774

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 石黒 一成

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 茅野 守男

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

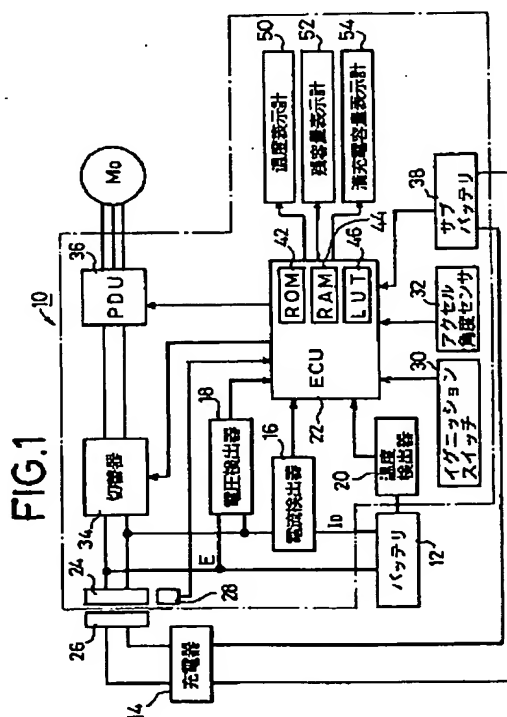
(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電気自動車用バッテリーの残容量表示装置

(57) 【要約】

【目的】 バッテリーの残容量を高精度に表示し、且つ、前記バッテリーの残容量をバッテリーの満充電容量との関係で表示する電気自動車用バッテリーの残容量表示装置を提供する。

【構成】 バッテリー残容量表示装置10は、温度検出器20によって検出されたバッテリー温度Tが表示されるデジタル式のバーグラフからなる温度表示計50と、前記バッテリー温度Tに基づいて判定されたバッテリー12の満充電容量C_Fが前記バッテリー温度Tの表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示計54と、ECU22に演算されたバッテリー12の残容量が前記満充電容量C_Fの表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる残容量表示計52とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】電気自動車用の走行用モータを駆動するバッテリーの残容量を表示する残容量表示装置であって、前記バッテリーの温度を検出するバッテリー温度検出手段と、
前記バッテリー温度検出手段によって検出されたバッテリー温度が表示されるデジタル式のバーグラフからなるバッテリー温度表示手段と、
前記バッテリー温度検出手段によって検出されたバッテリー温度に基づいて前記バッテリーの満充電容量を判定する満充電容量判定手段と、
前記満充電容量判定手段によって判定された前記バッテリーの満充電容量が前記バッテリー温度の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示手段と、
電流検出手段によって検出された充電電流と電圧検出手段によって検出された充電時のバッテリー電圧とに基づいて充電時のバッテリー残容量を演算し、且つ前記電流検出手段によって検出された放電電流と前記電圧検出手段によって検出された放電時のバッテリー電圧とに基づいて放電時の前記バッテリー残容量を演算する残容量演算手段と、
前記残容量演算手段から出力されたバッテリー残容量が前記満充電容量の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる残容量表示手段と、
を備えることを特徴とする電気自動車用バッテリーの残容量表示装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の装置において、バッテリー温度表示手段および／または満充電容量表示手段は、バッテリー温度が充電に適した温度範囲にないとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とする電気自動車用バッテリーの残容量表示装置。

【請求項 3】請求項 1 記載の装置において、満充電容量表示手段は、バッテリーの劣化量が設定値を越えたとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とする電気自動車用バッテリーの残容量表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気自動車用バッテリーの残容量表示装置に関し、一層詳細には、電気自動車走行用モータを駆動するバッテリーの残容量と、このバッテリーの満充電容量値と、バッテリー温度とを夫々関係付けて表示することを可能とする電気自動車用バッテリーの残容量表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電気自動車では、充電して再使用が可能な二次バッテリーを走行用モータおよび電装品の駆動源として用いている。

【0003】この種の電気自動車では、バッテリーの残容量を検出してこの残容量のデータを指針型のメータでア

ナログ表示しており、この表示されたバッテリーの残容量に基づいてドライバーが走行開始前あるいは走行中に走行可能距離を推測している。

【0004】一方、電池の使用容量を表示する技術的思想が特開昭 54-63328 号公報に開示されている。

【0005】前記公報によれば、放電中の電池端子電圧の変化を検出して、この変化に基づいて電池の放電量を演算し、この放電量を棒グラフまたはセグメント方式で表示するものであり、この放電量の表示から電池の残容量を推定することができる効果が得られるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術における残容量のデータを指針型のメータでアナログ表示する方法では、指針型のメータに生ずる誤差によって残容量のデータが正しく表示されないという不都合がある。

【0007】一方、電気自動車に搭載される二次バッテリーは充放電の繰り返しにより劣化し、この劣化によって十分に充電された場合の満充電容量が低下する。さらに、二次バッテリーはバッテリー温度によってその定格容量が変化する特性を有しているため、放電量から高い精度の残容量を推定することは困難である。

【0008】このため、電気自動車用バッテリーの残容量の表示には、バッテリーの満充電容量の表示が付加されることが望まれている。

【0009】本発明は、このような従来技術の問題を解決するためになされたものであって、バッテリーの残容量を高精度で表示し、且つ、前記バッテリーの残容量をバッテリーの満充電容量との関係で表示することを可能とする電気自動車用バッテリーの残容量表示装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、電気自動車用の走行用モータを駆動するバッテリーの残容量を表示する残容量表示装置であって、前記バッテリーの温度を検出するバッテリー温度検出手段と、前記バッテリー温度検出手段によって検出されたバッテリー温度が表示されるデジタル式のバーグラフからなるバッテリー温度表示手段と、前記バッテリー温度検出手段によって検出されたバッテリー温度に基づいて前記バッテリーの満充電容量を判定する満充電容量判定手段と、前記満充電容量判定手段によって判定された前記バッテリーの満充電容量が前記バッテリー温度の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示手段と、電流検出手段によって検出された充電電流と電圧検出手段によって検出された充電時のバッテリー電圧とに基づいて充電時のバッテリー残容量を演算し、且つ前記電流検出手段によって検出された放電電流と前記電圧検出手段によって検出された放電時のバッテリー電圧とに基づいて放電時の前記バッテリー残容量を演算する残容量演算

手段と、前記残容量演算手段から出力されたバッテリー残容量が前記満充電容量の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる残容量表示手段と、を備えることを特徴とする。

【0011】さらに、前記バッテリー温度表示手段および／または前記満充電容量表示手段はバッテリー温度が充電に適した温度範囲にないとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とし、且つ、前記満充電容量表示手段は、バッテリーの劣化量が設定値を越えたとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とする。

【0012】

【作用】本発明に係る電気自動車用バッテリーの残容量表示装置では、バッテリー温度検出手段によって検出されたバッテリー温度がデジタル式のバーグラフからなるバッテリー温度表示手段に表示され、且つ、前記バッテリー温度に基づいて満充電容量判定手段によって判定された前記バッテリーの満充電容量が、前記バッテリー温度に対応したデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示手段に表示される。さらに、残容量演算手段によって演算されたバッテリー残容量が前記満充電容量の表示に対応したデジタル式のバーグラフからなる残容量表示手段に表示される。

【0013】このため、バッテリー温度に対する満充電容量、満充電容量に対する残容量およびバッテリー温度に対する残容量の関係を表示することができる。

【0014】さらに、バッテリー温度が充電に適した温度範囲にないとき、前記バッテリー温度検出手段および／または満充電容量表示手段によってワーニングシグナルが送られ、且つバッテリーの劣化量が設定値を越えたとき、前記満充電容量表示手段によってワーニングシグナルが送られるため、これらのワーニングシグナルによってバッテリー温度の異常およびバッテリーの劣化を表示することができる。

【0015】

【実施例】次に、本発明に係る電気自動車用バッテリーの残容量表示装置について、好適な実施例を挙げ、添付の図面を参照しながら以下詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の一実施例に係るバッテリー残容量表示装置10の構成を示すブロック図である。

【0017】バッテリー残容量表示装置10は、直列に接続された複数のバッテリー12と、前記バッテリー12によって駆動されるモータM₀とを備え、前記バッテリー12には充電するための充電器14が所望の時期に接続される。

【0018】バッテリー残容量表示装置10はモータM₀、その他の電装品に供給される放電電流I_D、および前記充電器14から供給される充電電流I_Cを検出する電流検出器16と、前記バッテリー12の端子間電圧（以下、バッテリー電圧という）Eを検出する電圧検出器18と、バッテリー12の温度を検出する温度検出器20

とを有するとともに、該電流検出器16、電圧検出器18および温度検出器20から出力される夫々の検出データに基づいてバッテリー12の残容量Cを演算するエレクトロニックコントロールユニット（以下、ECUという）22を備える。

【0019】バッテリー残容量表示装置10は、さらに、被充電コネクタ24を有し、この被充電コネクタ24は前記充電器14に接続される充電コネクタ26に係着可能である。また、バッテリー残容量表示装置10は、被充電コネクタ24に充電器14の充電コネクタ26に係合したか否かを検出する接続検出センサ28と、イグニッションスイッチ30と、アクセルの被踏操作角度を検出するアクセルセンサ32とを含む。該バッテリー残容量表示装置10は、さらにまた、バッテリー12とモータM₀との接続間に配設される切替器34、およびモータM₀を駆動するパワードライブユニット（以下、PDUという）36を有する。なお、ECU22はサブバッテリー38から供給される電源で駆動される。

【0020】前記ECU22はバッテリー12の残容量Cを演算するためのプログラムが記憶される読み出し専用メモリ（以下、ROMという）42と、ECU22が残容量Cを演算する際に演算結果を一時的に記憶する読み書き自由なメモリ（以下、RAMという）44と、ECU22が残容量Cを演算する際に読み出すルックアップテーブル（以下、LUTという）46とを備える。

【0021】さらに、バッテリー残容量表示装置10は、温度検出器20によって検出されたバッテリー温度Tをデジタル式バーグラフで表示することが可能な温度表示計50と、ECU22から出力されるバッテリー12の残容量Cのデータをデジタル式バーグラフによって表示することが可能な残容量表示計52と、ECU22から出力されるバッテリー12の満充電容量C_Fのデータをデジタル式バーグラフで表示することが可能な満充電容量表示計54とを備える。

【0022】この場合、図8に示すように、満充電容量表示計54と残容量表示計52とは対応して配置されており、満充電容量表示計54に表示される満充電容量C_Fの位置と残容量表示計52に表示される残容量Cの位置とのレベル差が満充電容量C_Fに対する残容量Cとして表示される。

【0023】同様に図8に示すように、満充電容量表示計54と温度表示計50とは対応して配設されており、満充電容量表示計54に表示される満充電容量C_Fの位置と温度表示計50に表示されるバッテリー温度Tの位置が同一レベルであれば、充電による劣化若しくは放電による劣化がバッテリー12に生じていないことを示し、同一レベルではないとき、充電による劣化若しくは放電による劣化がバッテリー12に生じ、満充電容量C_Fが低下したことを示す。

【0024】さらにまた、温度表示計50に表示される

バッテリー温度 T の表示位置と残容量表示計 52 に表示される残容量 C の表示位置が同一レベルでなければ、バッテリー 12 には充電による劣化および放電による劣化からなる総合的な劣化が生じていることを示す。

【0025】図 2 に前記 RAM 44 の内容を示す。

【0026】RAM 44 は、ECU 22 によってデータが判定される際に読み出される夫々のしきい値が予め記憶されるしきい値記憶部 44a と、電流検出器 16 を介して ECU 22 に読み取られた放電電流 I_D が一時的に記憶される放電電流データ記憶部 44b と、電圧検出器 18 を介して ECU 22 に読み取られたバッテリー電圧 E が一時的に記憶されるバッテリー電圧データ記憶部 44c と、放電モードにおいて電圧検出器 18 を介して検出されたバッテリー電圧 E が前記しきい値記憶部 44a に記憶されたしきい値 E_1 以下になった回数を記憶するしきい値 E_1 以下回数記憶部 44d と、補正前残容量 C_t を記憶する補正前残容量記憶部 44e と、この補正前残容量記憶部 44e に記憶された補正前残容量 C_t を補正するための温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TR} の演算されたデータが記憶される残容量補正データ記憶部 44f とを備える。

【0027】さらに、RAM 44 は、バッテリー電圧 E が前記しきい値 E_1 以下回数記憶部 44d に記憶されたしきい値 E_1 以下になった場合に放電された放電電流 I_D の中、最小であった最小放電電流 I_{min} を記憶する最小放電電流記憶部 44g と、温度検出器 20 を介して検出されたバッテリー温度 T を記憶するバッテリー温度記憶部 44h と、ECU 22 によって求められた充電効率 M を記憶する充電効率記憶部 44i と、バッテリー 12 から取り出し得る最大出力をバッテリー重量で除算した最大出力密度を記憶する最大出力密度記憶部 44j と、所定回数の前記最大出力密度を平均した平均最大出力密度を記憶する平均最大出力密度記憶部 44k と、補正前残容量 C_t を各種補正值で補正した補正後残容量 C_r を記憶する補正後残容量記憶部 44m とを備える。

【0028】図 3～図 6 に前記 LUT 46 に記憶されるデータのグラフを示す。

【0029】図 3A に示すテーブル T1 は 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} からバッテリー 12 の補正前残容量 C_t を読み出すためのグラフであり、図 3B に示すテーブル T2 は温度検出器 20 に検出されたバッテリー温度 T から、バッテリー 12 の補正前残容量 C_t の温度による残容量 C の変化を補正する補正值（温度補正容量 C_T ）を読み出すためのグラフである。

【0030】図 4A に示すテーブル T3 は 1 分間の平均放電電流 I_M から、バッテリー 12 の補正前残容量 C_t を補正する補正值（電流補正容量 C_D ）を読み出すためのグラフであり、図 4B に示すテーブル T4 は充電器 14 からバッテリー 12 に対して充電電流 I_c が供給される充電モードにおいて、供給された充電電流 I_c の中、バッ

テリ 12 内において補正前残容量 C_t として変換される充電電流 I_c の割合（充電効率 M ）を 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} から読み出すためのグラフである。

【0031】さらに、図 5A に示すテーブル T5 は放置 30 分後の 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} から所定時間経過後に予測される安定時のバッテリー電圧 E_{BB} を読み出すためのグラフであり、図 5B に示すテーブル T6 はバッテリー温度 T から充電率 Y の温度補正係数 X を読み出すためのグラフである。

【0032】図 6 に示すテーブル T7 は、バッテリー温度 T からバッテリー 12 の満充電容量 C_F を読み出すためのグラフである。

【0033】以上のように構成されるバッテリー残容量表示装置 10 において、バッテリー 12 からモータ M_o 、エアコンディショナ等の電装品に対して電流が供給される放電モードにおけるバッテリー 12 の補正後残容量 C_r を検出して表示する方法について、図 7 のフローチャートを参照して説明する。

【0034】イグニッションスイッチ 30 に挿入されたイグニッションキーがドライバーによってモータ M_o の始動位置まで回転されると、該イグニッションスイッチ 30 から出力される信号によって ECU 22 は放電モードと判定する（ステップ S10）。この判定に基づいて ECU 22 から出力された信号によって切替器 34 が切り替えられてバッテリー 12 と PDU 36 との間が導通される。一方、ECU 22 から PDU 36 に対してモータ M_o の駆動信号が出力され、この駆動信号によって、バッテリー電圧 E が切替器 34 および PDU 36 を介してモータ M_o に印加され、該モータ M_o が回転駆動される。

【0035】モータ M_o が回転駆動されると、温度検出器 20 を介して検出されたバッテリー温度 T が ECU 22 によって読み取られ、このバッテリー温度 T が温度表示計 50 に表示され（図 8（イ）参照）、且つバッテリー温度 T に基づいて LUT 46 に記憶されたテーブル T7 から満充電容量 C_F が読み出され、この満充電容量 C_F が満充電容量表示計 54 に表示される（図 8（ロ）参照）（ステップ S11）。

【0036】次いで、電圧検出器 18 によって検出されたバッテリー電圧 E が所定のサンプリングタイム、例えば、100 msec 毎に 1 分間、すなわち、600 のバッテリー電圧 E のデータが ECU 22 によって読み取られて RAM 44 のバッテリー電圧データ記憶部 44c に記憶され、且つ電流検出器 16 によって検出されたバッテリー 12 からモータ M_o に対して供給される放電電流 I_D が、100 msec 毎に 1 分間、すなわち、600 の放電電流 I_D のデータが ECU 22 によって読み取られて（ステップ S12）、RAM 44 の放電電流データ記憶部 44b に記憶される。

【0037】次いで、前記 RAM 44 の放電電流データ記憶部 44b に記憶された 600 のバッテリー電圧 E の平

均バッテリー電圧 E_A が $ECU22$ によって演算され、さらに、1個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} が演算される。この1個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} に基づいて $LUT46$ に記憶されたテーブル $T1$ から放電モードにおけるバッテリー12の補正前残容量 C_t の初期値が読み出されて補正前残容量記憶部44eに記憶される(ステップS14)。

【0038】さらに、これらの600のデータの中、予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された第1のしきい値 E_1 以下となったバッテリー電圧 E の回数が $ECU22$ に計数されて(ステップS16)、RAM44のしきい値 E_1 以下回数記憶部44dに記憶されるとともに、バッテリー電圧 E が前記第1のしきい値 E_1 以下であった場合の放電電流 I_D が抽出され、さらに、前記抽出された放電電流 I_D の中、最小放電電流 I_{min} が抽出されてRAM44の最小放電電流記憶部44gに記憶される(ステップS18)。

【0039】この場合、図9に示すように、放電電流 I_D の値によってバッテリー電圧 E は変化するものであり、劣化が進行したバッテリー12ほど小さな放電電流 I_D によってバッテリー電圧 E が大きく降下する。

【0040】次いで、前記ステップS2で読み取られてRAM44の放電電流データ記憶部44bに記憶された600の放電電流 I_D のデータが $ECU22$ によって読み出されて加算され、この加算された放電電流 I_D から1分間の平均放電電流 I_{DA} が演算され(ステップS20)、さらに、平均放電電流 I_{DA} からこの1分間における放電量 ΔC が演算される(ステップS22)。

【0041】この1分間の放電量 ΔC が補正前残容量 C_t の初期値から減算され、この減算された補正前残容量 C_t によってRAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶された補正前残容量 C_t が更新される((1)式参照)(ステップS24)。

【0042】

$$C_t \leftarrow C_t - \Delta C \quad \dots (1)$$

このように、 $ECU22$ によって補正前残容量 C_t は1分毎に更新され、更新された補正前残容量 C_t が予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された最小残容量 C_{min} 以下か否かが判定され(ステップS26)、最小残容量 C_{min} 以下であれば補正前残容量記憶部44eに記憶された補正前残容量 C_t が該最小残容量 C_{min} に

$$C_r \leftarrow C_t + C_T + C_D - C_R - C_{TM}$$

ここで、ステップS38の劣化補正值演算サブルーチンについて図10～図14のフローチャートを参照して以下詳細に説明する。

【0049】前記ステップS12で1分毎に読み取られてRAM44のバッテリー電圧データ記憶部44cに記憶されたバッテリー電圧 E の600のデータが $ECU22$ によって加算され、加算バッテリー電圧 E_D が求められ(ステップS38-2)、この加算バッテリー電圧 E_D とステ

更新される(ステップS28)。

【0043】1分毎に更新される補正前残容量 C_t が最小残容量 C_{min} 以下ではないとき、予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された最大残容量 C_{max} 以上か否かが $ECU22$ によって判定され(ステップS30)、以上であれば補正前残容量記憶部44eに記憶された補正前残容量 C_t が最大残容量 C_{max} に更新される(ステップS32)。

【0044】次いで、温度検出器20に検出されたバッテリー温度 T が $ECU22$ に読み取られ、このバッテリー温度 T に基づいて $LUT46$ に記憶されたテーブル $T2$ からバッテリー12の補正前残容量 C_t の温度による補正值(温度補正容量 C_T)が読み出されてRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶される(ステップS34)。

【0045】さらに、前記ステップS20で演算された1分間の平均放電電流 I_{DA} に基づいて $LUT46$ に記憶されたテーブル $T3$ から平均放電電流 I_{DA} におけるバッテリー12の補正前残容量 C_t の補正值(電流補正容量 C_D)が読み出されて残容量補正データ記憶部44fに記憶される(ステップS36)。

【0046】次いで、バッテリー12の劣化による定格容量 C_F の変化を補正するための補正值(劣化補正容量 C_R)および放電量 ΔC の積算値に基づいてバッテリー12の残容量 C を演算する際に生ずる放電量 ΔC の積算誤差による残容量 C の誤差を補正するための補正值(暫定補正容量 C_{TM})が $ECU22$ によって後述する劣化補正值演算サブルーチンで演算されてRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶される(ステップS38)。なお、暫定補正容量 C_{TM} は充電モードにおいて、充電電流 I_c を積算して補正前残容量 C_t を演算する際にも発生する。

【0047】このようにして得られた温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TM} によって $ECU22$ を介し、補正前残容量 C_t が補正され、補正後残容量 C_r が演算され((2)式参照)(ステップS40)、この補正後残容量 C_r が残容量表示計52に表示される(図8(ハ)参照)(ステップS42)。

【0048】

$$\dots (2)$$

ップS20で加算された放電電流 I_D との積が演算され($E_D \times I_D$)(ステップS38-4)、さらに、加算された放電電流 I_D の二乗値が演算される(ステップS38-6)。

【0050】次いで、前記ステップS16で計数された第1のしきい値 E_1 以下となったバッテリー電圧 E の回数が、RAM44のしきい値記憶部44aに予め記憶された設定値 S_1 以上か否かが $ECU22$ によって判定され

(ステップS38-8)、設定値S₁以上であるときWAT1フラグに「1」がセットされ(ステップS38-10)、さらに、ステップS12で1分毎に読み取られたバッテリー電圧Eの600のデータの中、予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶されたバッテリー電圧Eの第2のしきい値E₂以下となった回数が設定値S₂以上か否かが判定され(ステップS38-12)、設定値S₂以上であればWAT2フラグに「1」がセットされる(ステップS38-14)。

【0051】前記ステップS38-8で第1のしきい値E₁以下となったバッテリー電圧Eの回数が、設定値S₁以上ではないとき、WAT1フラグに「1」がセットされることなくステップS38-12の判定が実行され、また、前記ステップS38-12で第2のしきい値E₂以下となったバッテリー電圧Eの回数が、設定値S₂以上ではないとき、WAT1フラグに「1」がセットされることなくステップS38-18において平均最大出力密度P_Hを得るための演算が実行される。

【0052】次に、ステップS38-18における平均最大出力密度P_Hの演算方法について説明する。

【0053】ステップS38-2で演算された加算バッテリー電圧E_D、ステップS38-4で演算された加算バッテリー電圧E_Dと加算された放電電流I_Dの積およびステップS38-6で演算された加算された放電電流I_Dの二乗値を用いた最小自乗法の演算によって加算バッテリー電圧E_Dと加算された放電電流I_Dとの関係を示す直線式が求められ、この直線式からバッテリー12の最大出力P_{max}が演算され、さらに、この最大出力P_{max}がバッテリー12の重量で除算されて最大出力密度が演算され、RAM44の最大出力密度記憶部44jに記憶される。

【0054】このようにして得られた最大出力密度を含む過去N回、例えば、5回の最大出力密度がECU22によって最大出力密度記憶部44jから読み出され、これらの平均値が演算されて平均最大出力密度P_Aが得られ(ステップS38-18)、RAM44の平均最大出力密度記憶部44kに記憶される。

【0055】前記ステップS22で演算された1分間の放電量ΔCがECU22によって順次積算されて積算放電電流量C_Mが演算され(ステップS38-20)、さらに、ステップS14で求められてRAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶された補正前残容量C_tの初期値から前記積算放電電流量C_Mが減算されて補正前残容量C_rが求められ(ステップS38-22)、この補正前残容量C_rがRAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶される。

【0056】次いで、平均最大出力密度P_Aが求められているか否かが判定され(ステップS38-24)、求められていればこの平均最大出力密度P_Aが予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶されたしきい値K以

下か否かがECU22によって判定される(ステップS38-26)。このしきい値Kはバッテリー12の実質的な残容量Cが「0」か否かを判定するものであり、従って、ステップS38-26の判定でしきい値K以下と判定された場合、バッテリー12の残容量Cが実質的に「0」以下であると判定される(ステップS38-28)。

【0057】次いで、ステップS38-22で演算された補正前残容量C_tを温度補正容量C_T、電流補正容量C_D、劣化補正容量C_Rおよび暫定補正容量C_Mで補正した補正後残容量C_rが「0」以下であるか否かがECU22によって判定される((3)式参照)(ステップS38-30)。

【0058】

$$C_t + C_T + C_D - C_R - C_M \leq 0 \quad \dots (3)$$

なお、(3)式の演算に用いられる劣化補正容量C_Rおよび暫定補正容量C_MはRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶されている前回の値である。

【0059】このステップS38-30の判定の結果、「0」以下ではないと判定されれば、補正後残容量C_rが「0」以上を示していると判定される(ステップS38-32)。この場合、ステップS38-28において、平均最大出力密度P_Aに基づいて実質的な残容量Cが「0」以下と判定されたにも拘らず、放電量ΔCの積算に基づいて得られた補正後残容量C_rが「0」以上であると判定される。

【0060】次いで、平均最大出力密度P_Aとしきい値Kとの差がECU22によって演算され(ステップS38-34)、この演算結果を所定値、例えば、10で除算した値を劣化量算出係数S_Aとし(ステップS38-36)、この劣化量算出係数S_Aが1以上か否かが判定される(ステップS38-38)。

【0061】この判定の結果、劣化量算出係数S_Aが1以上であれば、すなわち、平均最大出力密度P_Aがしきい値Kよりも著しく低いとき、ECU22によって前記劣化量算出係数S_Aが最大値の1に設定され(ステップS38-40)、さらに、後述する放置モードでセットされる放置フラグの内容が読み出され、この放置フラグの内容が「1」か否かが判定される(ステップS38-42)。

【0062】放置フラグの内容が「1」であれば、ECU22は放電モードにおける放電量ΔCの演算において放電電流I_Dの積算によって発生した積算誤差がキャンセルされたと判定し(ステップS38-44)、放電量ΔCの積算に基づいて得られた補正後残容量C_rにバッテリー12の劣化による誤差が含まれていると判定して(ステップS38-46)、下記の(4)式に基づいた演算によってバッテリー12の劣化補正容量C_Rを演算し(ステップS38-48)、この劣化補正容量C_RによってRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶

されている前回の劣化補正容量 C_R を更新し、且つ、この更新された劣化補正容量 C_R によって前記ステップS 11で満充電容量表示計54に表示された満充電容量 C

$$C_R \leftarrow C_R + (C_J + C_T + C_D - C_R - C_{TM}) \times S_A \quad \dots (4)$$

前記ステップS 38-38において、劣化量算出係数 S_A が1以上でなければ、ステップS 38-36における演算で得られた値が劣化量算出係数 S_A とされ(ステップS 38-50)、ステップS 38-42以降が実行される。

【0064】ステップS 38-42の判定で、放置フラグが「1」ではないとき、ECU22は放电量 ΔC の積算によって発生した積算誤差がキャンセルされてい

$$C_{TM} \leftarrow C_{TM} + (C_J + C_T + C_D - C_R - C_{TM}) \times S_A \quad \dots (5)$$

このように、最大平均出力密度 P_A がしきい値 K よりも低い、すなわち、実質的な残容量 C が「0」以下であるにも拘らず、補正後残容量 C_r が「0」以上であるとき、放置フラグの内容が「1」か否かの判定によって補正後残容量 C_r に含まれている誤差が劣化補正容量 C_R によるものか、あるいは暫定補正容量 C_{TM} によるものかを判定し、この判定結果に基づいて劣化補正容量 C_R 、若しくは暫定補正容量 C_{TM} の値を演算して更新する。

【0066】この場合、放置フラグは後述する放置モードにおいてセットされるものであり、放置フラグが「1」にセットされるとき、それまでの積算誤差はキャンセルされる。

【0067】一方、前記ステップS 38-30における(3)式による判定結果が「0」よりも小さいと判定されたとき、実質的な残容量 C が「0」以下であり、且つ補正後残容量 C_r が「0」以下であるため、ECU22は補正後残容量 C_r に劣化補正容量 C_R と暫定補正容量 C_{TM} による誤差が含まれていないと判定して(ステップS 38-56)、メインルーチンにリターンする。

【0068】前記ステップS 38-26において、平均最大出力密度 P_A がしきい値 K よりも小さくないと判定されたとき、前記(3)式の判定がECU22によってなされ(ステップS 38-58)、この判定の結果が「0」よりも小ではないと判定されたとき、WAT2フラグが「1」か否かが判定され(ステップS 38-60)、「1」ではないとき、WAT1フラグが「1」か否かが判定され(ステップS 38-62)、この判定の結果が「1」ではないとき、実質的な残容量 C が「0」以上であり、且つ放电量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量 C_r が「0」以上であると判定され、実質的な残容量 C と放电量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量 C_r とが一致していると判定され、且つ充分に残容量 C が存在する正常な状態と判定してメインルーチンにリターンする。

【0069】ステップS 38-62の判定でWAT1フラグが「1」であれば、ECU22はステップS 18で抽出された最小放電電流 I_{min} が残容量 C の低下を判定

F が補正され(図8(二)参照)、メインルーチンにリターンする。

【0063】

い、すなわち、暫定補正容量 C_{TM} による誤差が補正後残容量 C_r に含まれていると判定して(ステップS 38-52)、この暫定補正容量 C_{TM} を下記の(5)式によって演算し(ステップS 38-54)、この暫定補正容量 C_{TM} によってRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶されている前回の暫定補正容量 C_{TM} を更新してメインルーチンにリターンする。

【0065】

するためのしきい値 K 以下か否かを判定し(ステップS 38-64)、このしきい値 K 以下ではないとき、バッテリー12が劣化によってまだ寿命に達していない正常な状態と判定して、メインルーチンにリターンする。

【0070】最小放電電流 I_{min} がしきい値 K 以下であるとき、残容量 C の有無を判定する残容量判定フラグに「1」がセットされ(ステップS 38-66)、さらに、劣化量算出係数 S_A が最大の1にセットされて(ステップS 38-68)、前記ステップS 38-42以降において、劣化補正容量 C_R 若しくは暫定補正容量 C_{TM} の演算が実行される。

【0071】前記ステップS 38-60の判定においてWAT2フラグが「1」のとき、残容量 C が不足したと判定され、前記ステップS 38-66以降において、劣化補正容量 C_R 若しくは暫定補正容量 C_{TM} の演算が実行される。

【0072】また、前記ステップS 38-24において、平均最大出力密度 P_A が求められていないとECU22によって判定されたとき、前記(3)式の判定が実行され(ステップS 38-70)、この判定の結果、「0」以下ではないとき、平均最大出力密度 P_A は求まっていないが、残容量 C は充分であると判定されて前記ステップS 38-60以降が実行される。

【0073】一方、前記ステップS 38-58および前記ステップS 38-70における(3)式による判定の結果が「0」以下であるとき、温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TM} とで補正された補正後残容量 C_r が「0」以下と判定され、WAT2フラグが「1」か否かが判定され(ステップS 38-72)、「1」でなければ、WAT1フラグが「1」か否かが判定され(ステップS 38-74)、この判定結果が「1」でなければ、残容量判定フラグが「1」か否かが判定され(ステップS 38-76)、「1」でなければ、平均最大出力密度 P_A が求まっているか否かが判定され(ステップS 38-78)、求まっていれば放电量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量 C_r が「0」以下であるが、実質的な残容量

Cは「0」以上と判定されて、前記ステップS38-36以降が実行されて劣化補正容量 C_R 、若しくは暫定補正容量 C_{TM} が演算される。

【0074】この場合、図15に示すように、バッテリー12の定格容量 C_{FI} は充電サイクル数が増加すると一旦増加し、所定の充電サイクル数に達した後は減少する特性を有するため、劣化補正容量 C_R は定格容量 C_{FI} に対してプラスまたはマイナスのいずれの値も取り得る。

【0075】前記ステップS38-76において、残容量判定フラグが「1」と判定された場合、およびステップS38-78で平均最大出力密度 P_A が求まっていな
いと判定された場合は、メインルーチンにリターンする。

【0076】前記ステップ38-74において、WAT1フラグが「1」であるとき、ECU22はステップS4で抽出された最小放電電流 I_{min} が残容量Cの低下を判定するためのしきい値 K_1 以下か否かを判定し（ステップS38-80）、しきい値 K_1 以下ではないとき、前記ステップ38-76以降が実行され、一方、しきい値 K_1 以下であるとき、残容量Cが「0」以下と判定して残容量判定フラグに「1」を設定して（ステップS38-82）、メインルーチンにリターンする。

【0077】前記ステップS38-72において、WAT2フラグが「1」と判定されたとき、ECU22は残容量Cが「0」以下と判定して、前記ステップS38-82において残容量判定フラグに「1」を設定し、メインルーチンにリターンする。

【0078】以上説明したように、放電モードでは、補正前残容量 C_t の初期値と1分間の放電量 ΔC の積算値とから1分毎にバッテリー12の補正前残容量 C_t が演算され、この補正前残容量 C_t が温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TM} とによって補正された補正後残容量 C_r が残容量表示計52に表示される。

【0079】従って、満充電容量表示計54に表示された満充電容量 C_F を示す位置と残容量表示計52に表示された残容量Cを示す位置とから、ドライバーは満充電容量 C_F に対するバッテリー12の残容量Cを容易に読み取ることができる。

【0080】さらに、満充電容量表示計54に表示される満充電容量 C_F を示す位置と温度表示計50に表示されるバッテリー温度Tを示す位置が同一レベルであれば、放電による満充電容量 C_F の劣化がバッテリー12に生じていないとドライバーは判別することができ、バッテリー温度Tの表示位置に対して満充電容量 C_F の表示位置が低いとき、放電による満充電容量 C_F の劣化がバッテリー12に生じたと判別することができる。

【0081】さらにまた、温度表示計50に表示されるバッテリー温度Tを示す位置と残容量表示計52に表示される残容量Cを示す位置が同一レベルであれば、ドライ

バーは総合的な劣化がバッテリー12にまだ生じていないと判別することができ、同一レベルでなければ総合的な劣化がバッテリー12に生じていると判別することができる。

【0082】次に、充電モードにおけるバッテリー12の残容量Cを検出して表示する方法について、図16および図17のフローチャートを参照して説明する。なお、本実施例におけるバッテリー12の充電方式は、定電流方式であって、且つ第1の電流値 I_1 で所定期間通電した後、この第1の電流値 I_1 よりも低い第2の電流値 I_2 で充電する2段階充電方式を用いており、図18Aはその充電電流波形を示し、図18Bは図18Aに示す充電電流波形でバッテリー12を充電した場合のバッテリー電圧Eの波形を示す。

【0083】充電器14に接続された充電コネクタ26が電気自動車に配設された被充電コネクタ24に接続され、この被充電コネクタ24に配設された接続検出センサ28からECU22に対してコネクタ接続信号が出力されると、ECU22によって充電モードと判定され（ステップS100）、充電モード判定フラグに「1」がセットされ、且つ、放置モード判定フラグに「0」がセットされる（ステップS102）。さらに、ECU22から出力される信号によって切替器34が切り替えられ、バッテリー12とモータM₀との接続が遮断される。

【0084】次いで、充電器14からバッテリー12に対して充電電流 I_c の通電が開始されると（ステップS104）、電流検出器16によって検出された充電電流 I_c のデータがECU22に対して出力され、且つ電圧検出器18によって検出されたバッテリー電圧EのデータがECU22に対して出力される。

【0085】この充電電流 I_c とバッテリー電圧Eとが所定のサンプリングタイム、例えば、100msec毎に1分間、すなわち、600のデータがECU22によって読み取られて充電電流データ記憶部44bおよびバッテリー電圧データ記憶部44cに記憶され、且つ、1分間の平均充電電流 I_{α} および1分間のバッテリー電圧Eの平均値が演算され（ステップS106）、さらに、1個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} が演算される（ステップS107）、この1個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} に基づいてテールT1から補正前残容量 C_t がECU22によって読み出され、この補正前残容量 C_t が残容量表示計52に表示される（図19（ホ）参照）（ステップS108）。

【0086】次いで、満充電フラグに「1」がセットされているか否か、すなわち、バッテリー12が満充電状態か否かがECU22によって判定される（ステップS109）。ここで、満充電状態と判定されれば、充電器14から供給されている充電電流 I_c は残容量Cとして変換されることなく全て熱に変換されていると判定され、供給されている充電電流 I_c の中、バッテリー12内にお

いて残容量Cとして変換される充電電流I_cの割合、すなわち、充電効率Mが零パーセントと判定され、この値がRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される(ステップS110)。

【0087】一方、満充電フラグに「1」がセットされていない場合には、ECU22によって充電不足と判定され、さらに、バッテリー12から供給される充電電流I_cが第1の電流値I₁か否かが判定される(ステップS112)。この判定の結果、第1の電流値I₁であれば、供給された充電電流I_cがバッテリー12内において
10 全て残容量Cに変換されているとして充電効率Mが100パーセントと判定され、この値がRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される(ステップS114)。

【0088】ステップS112の判定で、第1の電流値I₁ではないとき、ECU22によって第2の電流値I₂が通電されていると判定されて(ステップS115)、ステップS107で演算された1個当たりのバッテリー電圧E_Bに基づいてLUT46に記憶されたテーブルT4から充電効率Mが読み出されて、この値がRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される(ステップS116)。
20

【0089】この場合、ステップS108～ステップS116によって、0パーセント、100パーセントまたはテーブルT4から読み出された充電効率Mの値のいずれかの充電効率MがRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される。

【0090】次いで、温度検出器20を介してバッテリー温度TがECU22によって読み取られ、このバッテリー温度TがECU22によって温度表示計50に表示される(図19(へ)参照)、且つ、前記バッテリー温度Tに基づいてLUT46に記憶されたテーブルT7から満充電容量C_Fが読み出され、この満充電容量C_Fが満充電容量表示計54に表示される(図19(ト)参照)(ステップS117)、さらに、放電モードで演算され、残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量C_Rが読み出されて、この劣化補正容量C_Rによって前記テーブルT7から読み出された満充電容量C_Fが補正される。そして、この補正された満充電容量C_Fが満充電容量表示計54に表示される(図19(チ)参照)(ステップS118)。
30

【0091】次いで、バッテリー温度Tに基づいてLUT46に記憶されたテーブルT2から温度補正容量C_Tが読み出されてRAM44に記憶され(ステップS119)、且つバッテリー温度Tに基づいてテーブルT6から充電率Yの温度補正係数Xが読み取られ(ステップS120)、この温度補正係数Xに所定の余裕率、例えば、115パーセントが乗算されて充電率Yが演算される(Y=X×1.15)(ステップS122)。ここで、充電率Yは定格容量C_{Fi}と現在の補正後残容量C_rとの差、すなわち、目標充電量の係数である。
50

【0092】次いで、バッテリー12の定格容量C_{Fi}から、予め充電開始時に求められたバッテリー12の補正前残容量C_tの初期値が減算されて、目標充電量が求められ、この目標充電量に温度補正された前記充電率Yが乗算されて目標充電量が演算される((6)式参照)(ステップS124)。

【0093】

$$\text{目標充電量} = (C_F - C_{tF}) \times Y \quad \dots (6)$$

この場合、ステップS122で充電率Yに115パーセントが乗算されているため、目標充電量は定格容量C_{Fi}よりも15パーセント高い値に設定される。

【0094】次いで、ECU22によってステップS106で演算された平均充電電流I_{ca}から1分間の充電量ΔC_cが演算され、この1分間の充電量ΔC_cが積算されて積算充電量C_cが演算される(ステップS126)。

【0095】さらに、この積算充電量C_cが目標充電量以上か否かがECU22に判定され(ステップS128)、この判定の結果、積算充電量C_c>目標充電量でなければ、満充電フラグに「1」がセットされているか否かがECU22によって判定され(ステップS129)、「1」がセットされていなければ、現在の補正後残容量C_rが次のように演算される。

【0096】前記補正後残容量C_rの演算方法は、充電開始から積算された積算充電量C_cに前記ステップS110、S114またはS116でRAM44に記憶された充電効率Mが乗算されて充電量(C_c×M)がECU22によって求められ、この充電量(C_c×M)と補正前残容量C_tの初期値とから現在の補正前残容量C_tが演算される((7)式参照)(ステップS130)。
40

【0097】

$$C_t \leftarrow C_t + C_c \times M \quad \dots (7)$$

次いで、ステップS118で読み出された温度補正容量C_Tと、前述の充電モードで演算されてRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量C_Rおよび暫定補正容量C_{TM}とで補正前残容量C_tを補正した補正後残容量C_rが演算される((8)式参照)

(ステップS132)、この演算された補正後残容量C_rによって、残容量表示計52に表示された補正前残容量C_tの値が補正される(図19(リ)参照)(ステップS133)。
40

【0098】このように、充電されることにより1分毎に残容量表示計52に表示されるバッテリー12の残容量Cが順次増加する。

【0099】

$$C_r \leftarrow C_t - C_T - C_R - C_{TM} \quad \dots (8)$$

一方、ステップS128の判定において、積算充電量C_c>目標充電量であるとき、積算充電量C_cが目標充電量に達したと判定されて、十分に充電がなされたと判定され、ECU22から出力される信号によって充電器1
50

4からバッテリー12に対する充電電流 I_c の通電が停止されて(ステップS134)、充電モードが終了する。

【0100】ステップS129における判定の結果、「1」がセットされていれば積算充電量 C_c が目標充電量に達したと判定されてステップS134における通電停止が実行される。

【0101】この充電モードを終了するか否かの判定に用いられる満充電フラグは、所定の期間、例えば、30分毎に実行される満充電判定サブルーチンの判定結果によってセットされる。

【0102】次に、この満充電判定サブルーチンについて以下に説明する。

【0103】現在の充電電流 I_{cn} がECU22に読み取られ、この充電電流 I_{cn} と30分前、すなわち、前回の充電電流 I_{cn-1} との差が1アンペア以内か否かが判定され(ステップS138)、1アンペア以内であれば、この30分間に充電電流 I_c が第1の電流値 I_1 から第2の電流値 I_2 に変化しなかったと判定される。

【0104】次いで、現在の充電電流 I_{cn} が設定値、例えば、10アンペア以下か否かがECU22に判定され(ステップS139)、10アンペア以下であれば第2の電流値 I_2 が通電されていると判定され(ステップS140)、さらに、現在のバッテリー電圧 E_n と前回測定のバッテリー電圧 E_{n-1} との差が設定値、例えば、1ボルト以下か否かが判定されて(ステップS141)、1ボルト以下であれば満充電と判定され、満充電フラグに「1」がセットされて(ステップS142)、再びステップS100から繰り返し実行され、ステップS128において満充電フラグに「1」がセットされていると判定されたとき、充電モードが終了する。

【0105】一方、ステップS141において1ボルト以下ではないと判定されたとき、満充電に達していないためバッテリー電圧 E が上昇していると判定され、次に、現在のバッテリー温度 T_n とRAM44のバッテリー温度記憶部44hに記憶されている前回測定のバッテリー温度 T_{n-1} との差が設定値、例えば、1℃以上か否かが判定され(ステップS144)、1℃以上であれば満充電と判定されてステップS142において満充電フラグに「1」がセットされる。

【0106】すなわち、バッテリー12では充電状態が満充電に達すると、バッテリー電圧 E の上昇率が低下し(図18B(イ)参照)、且つ、充電電流 I_c が熱に変換される割合が高くなるため、バッテリー温度 T が上昇する。従って、第2の電流値 I_2 が通電される期間であって、バッテリー電圧 E の変化が1ボルト以内か、若しくは、バッテリー温度 T の変化が1℃以上の場合に満充電に達したと判定される。

【0107】一方、前記ステップS138において検出された現在の充電電流 I_{cn} とRAM44に記憶されている前回測定の充電電流 I_{cn-1} との差が1アンペア以内で

はないとき、およびステップS139において充電電流 I_c が10アンペア以内ではないとECU22によって判定されたとき、第1の電流値 I_1 が通電される期間と判定され(ステップS146)、ステップS141以降が実行される。さらに、前記ステップS141の判定で現在のバッテリー電圧 E_n と前回測定のバッテリー電圧 E_{n-1} との差が1ボルト以内ではなく、且つステップS144の判定で現在のバッテリー温度 T_n とRAM44のバッテリー温度記憶部44hに記憶されている前回測定のバッテリー温度 T との差が1℃以上ではないとき、満充電ではないと判定されて満充電フラグに「0」がセットされ(ステップS148)、再びステップS100から繰り返し実行される。

【0108】以上説明したように、満充電に達したと判定されたにも拘らず、残容量 C の表示が満充電容量 C_f の表示と同一のレベルに達していない場合は、残容量 C の表示位置と満充電容量 C_f の表示位置との差から充電時におけるバッテリー12の劣化量の判定が可能となる(図19のL1参照)。

【0109】さらに、満充電に達したと判定されたときのバッテリー温度 T の表示と、残容量 C の表示との差によって(図19のL2参照)、バッテリー12の総合的な劣化量の判定が可能となる。

【0110】なお、充電モードでは、イグニッションスイッチ30に挿入されたイグニッションキーがドライバーによって電気系統を駆動する位置まで回転されたときそれぞれの表示計50、52、54にデータが表示される。

【0111】次に、放置モードにおけるバッテリー12の残容量 C を検出する方法について、図20および図21のフローチャートを参照して説明する。

【0112】ドライバーによってイグニッションスイッチ30からイグニッションキーが抜かれて放電モードが終了するか、若しくは、充電コネクタ26が外されて充電モードが終了すると、ECU22によって放置モードと判定され(ステップS200)、この放置モードと判定された際のバッテリー電圧 E が放置モードの初期バッテリー電圧 E_{B1} として読み取られる(ステップS202)。

【0113】次いで、放置モードと判定されてからの経過時間 t が15分に達したか否かがECU22によって判定され(ステップS204)、15分に達したときバッテリー電圧 E_{B2} または E_{B3} が読み取られ(ステップS206)、このバッテリー電圧 E_{B2} または E_{B3} が初期バッテリー電圧 E_{B1} から0.1ボルト以上上昇したか否かが判定され(ステップS208)、0.1ボルト以上上昇していない場合は直前のモードが充電モードであったとECU22に判定されて(ステップS210)、直前モードフラグに「1」がセットされる(ステップS212)。

【0114】一方、バッテリー電圧 E_{B2} または E_{B3} が初期バッテリー電圧 E_{B1} から0.1ボルト以上上昇した場合

は、直前のモードが放電モードであったと ECU 22 に判定されて (ステップ S 214)、直前モードフラグに「0」がセットされる (ステップ S 216)。

【0115】この場合、図 22 に示すように、充電モード終了後のバッテリー電圧 E は下降し、所定時間 t_x 経過後に安定する傾向にあり、一方、放電モード終了後のバッテリー電圧 E は放電終了直後から上昇する傾向にあるため、1.5 分経過後のバッテリー電圧 E_{B2} または E_{B3} が初期バッテリー電圧 E_{B1} から上昇したか否かによって直前のモードが判定される。

【0116】次いで、放置モードと判定されてからの経過時間 t が 30 分に達したか否かが ECU 22 に判定され (ステップ S 218)、30 分に達した場合は直前モードフラグが「1」か否か、すなわち、直前が充電モードか否かが判定され (ステップ S 220)、直前が充電モードであった場合は、このときのバッテリー電圧 E_{B2} が電圧検出器 18 を介して読み取られ、さらに、このときの 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} が演算される (ステップ S 222)。

【0117】前記 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} に基づいて所定時間 t_x 経過後に安定すると予測される 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} がテーブル T 5 から ECU 22 によって読み出され (ステップ S 224)、さらに、この安定時の予測されるバッテリー電圧 E_{BB} に基づいてバッテリー 12 の補正前残容量 C_t がテーブル T 1 から読み出され、RAM 44 の補正前残容量記憶部 44e に記憶される (ステップ S 226)。

【0118】一方、ステップ S 218 の判定で経過時間 t が 30 分ではないとき、経過時間 t が 30 分未満か否かが判定され (ステップ S 228)、30 分を越えたとき、経過時間が 180 分を越えたか否かが判定され (ステップ S 232)、180 分を越えていないとき、すなわち、経過時間 t が 30 分を越え、且つ、180 分未満のとき、直前モードフラグの内容が ECU 22 に読み取られて直前が充電モードか否かが判定され (ステップ S 234)、直前モードフラグの内容が「1」のとき、すなわち、充電モードのとき前記ステップ S 224 以降が実行され、安定時の予測されるバッテリー電圧 E_{BB} に基づいてバッテリー 12 の補正前残容量 C_t がテーブル T 1 から読み出され、RAM 44 の補正前残容量記憶部 44e に記憶される。

【0119】この場合、補正前残容量 C_t がテーブル T 1 から読み出されることにより、充電後の下降中のバッテリー電圧 E に基づいて補正前残容量 C_t を求めることなく、安定時の予測されるバッテリー電圧 E_{BB} に基づいて補正前残容量 C_t を求め、例えば、この直後に充電がなされたときの充電量の不足を防止する。

【0120】一方、ステップ S 232 の判定で 180 分を越えたとき、およびステップ S 234 の判定で直前モードフラグの内容が「1」ではないとき、すなわち、充

電モードではないとき、所定のサンプリングタイム毎にバッテリー電圧 E が読み取られ (ステップ S 235)、このバッテリー電圧 E におけるバッテリー 12 の補正前残容量 C_t が、ステップ S 226 において LUT 46 に記憶されたテーブル T 1 から読み出される。この補正前残容量 C_t によって RAM 44 の補正前残容量記憶部 44e に記憶されている直前の補正前残容量 C_t が更新される。

【0121】前記テーブル T 1 から補正前残容量 C_t が読み出されたとき、放置フラグに「1」がセットされる (ステップ S 236)。この放置フラグ「1」は充電モードにおいて演算された補正前残容量 C_t 、若しくは、放電モードにおいて演算された補正前残容量 C_t の中、充電量 ΔC_c の積算若しくは放電量 ΔC の積算による補正前残容量 C_t の積算誤差がキャンセルされたことを示す。

【0122】すなわち、放電量 ΔC の積算によって補正前残容量 C_t を求めるとき、放電電流 I_D の 1 分間の平均放電電流 I_{DA} を演算するが、この平均放電電流 I_{DA} を求める際に誤差が生じ、この誤差が積算されることにより演算された補正前残容量 C_t に積算誤差が発生する。一方、テーブル T 1 から読み出された補正前残容量 C_t によって前記放電量 ΔC の積算誤差が含まれる補正前残容量 C_t が更新されるとき、補正前残容量 C_t の積算誤差がキャンセルされることとなる。

【0123】ステップ S 228 の判定で 30 分未満と判定されたとき、後述するステップ S 237 において温度補正容量 C_t の演算がなされる。

【0124】一方、経過時間 t が 180 分を越えた期間と、30 分を越えて 180 分未満の期間であって、且つ直前が充電モードではないとき、所定のサンプリングタイム毎に検出されたバッテリー電圧 E から 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} が演算され、この 1 個当たりのバッテリー電圧 E_{BB} に基づいた補正前残容量 C_t がテーブル T 1 から読み出される。

【0125】前記ステップ S 220 の判定において、直前モードフラグが「1」ではないとき、直前が放電モードと ECU 22 に判定され、ステップ S 228 以降が実行される。

【0126】次いで、温度検出器 20 を介してバッテリー温度 T が ECU 22 に読み取られ、このバッテリー温度 T に基づいて LUT 46 に記憶されたテーブル T 2 から温度補正容量 C_T が読み出され (ステップ S 237)、この温度補正容量 C_T と、前述の充電モードで演算されて RAM 44 の残容量補正データ記憶部 44f に記憶された劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TW} とによって補正前残容量 C_t を補正した補正後残容量 C_r が演算され ($C_r \leftarrow C_t - C_T - C_R - C_{TW}$) (ステップ S 238)、演算された補正後残容量 C_r が残容量表示計 52 に表示される (ステップ S 239)。この 1 分毎に演算される補正後残容量 C_r によって残容量表示計 52 に表

示される補正後残容量 C_r が順次更新される(ステップS240)。

【0127】一方、温度検出器20を介してECU22に読み取られたバッテリー温度 T が温度表示計50に表示され、且つ読み取られたバッテリー温度 T に基づいてテーブルT7からバッテリー12の満充電容量 C_F が読み出され、この満充電容量 C_F が放電時若しくは充電時において、残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量 C_R で補正される。前記補正後の満充電容量 C_F がECU22によって満充電容量表示計54に表示される(ステップS241)。

【0128】次いで、ECU22によって放電モードと判定されるか(ステップS242)、若しくは充電モードと判定されるまで(ステップS243)、ステップS202以降が繰り返し実行され、前記補正後残容量 C_r が演算される。

【0129】以上説明したように、放置モードにおいては、放置された状態で自然に放電することにより生ずるバッテリー12の残容量 C の低下が残容量表示計52に表示されるため、ドライバーはバッテリー12の最新の残容量 C を読み取ることができる。

【0130】さらに、放置モードにおいても、前述の放電モードおよび充電モードの場合と同様に温度表示計50に表示されたバッテリー温度 T の位置と満充電容量表示計54に表示された満充電容量 C_F の位置との差からバッテリー12の劣化量の判定が可能となる。

【0131】次に、バッテリー温度 T および劣化量が設定値を越えた場合に、これを表示するワーニングサブルーチンについて図23のフローチャートを参照して以下に説明する。

【0132】バッテリー温度 T が予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された充電に適した最低温度(充電最低温度) T_{min} 以上か否かを判定し(ステップS300)、バッテリー温度 $T > 充電最低温度 T_{min}$ であれば、バッテリー温度 T が予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された充電に適した最高温度(充電最高温度) T_{max} 以下か否かを判定する(ステップS302)。

【0133】この判定の結果、バッテリー温度 $T < 充電最高温度 T_{max}$ であれば、バッテリーの劣化量が予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された劣化の許容量以内か否かを判定し(ステップS304)、許容量以内であればステップS10以降において、残容量 C の検出および検出された残容量 C の表示等を繰り返し実行する。

【0134】前記ステップS300において、バッテリー温度 $T > 充電最低温度 T_{min}$ ではないと判定されたとき、バッテリー12が充電に適さない低温度であると判定して、満充電容量表示計54に表示された満充電容量表示を消灯させ(図24A(カ)参照)、且つ、温度表示

計50の最下部の表示器を点滅させて(図24A(ヨ)参照)(ステップS306)、ステップS304でバッテリー12の劣化量の判定を実行する。

【0135】一方、前記ステップS302においてバッテリー温度 $T < 充電最高温度 T_{max}$ ではないと判定されたとき、バッテリー12が充電に適さない高温度であるとして、満充電容量表示計54に表示された満充電容量表示を消灯させ(図24B(タ)参照)、且つ、温度表示計50の全ての表示器を点灯させ、さらに、温度表示計50の最上部の表示器を点滅させて(図24B(レ)参照)(ステップS308)、ステップS304以降を実行する。

【0136】前記ステップS304において、バッテリー12の劣化量が劣化許容量よりも小さくないと判定されたとき、満充電容量表示計54の表示部を全て点滅させる(図25(ソ)参照)(ステップS310)。

【0137】このように、ワーニングサブルーチンでは、充電モードにおいて、バッテリー温度 T が充電に適した温度範囲か否かを判定し、充電に適した温度範囲でなければ、満充電容量表示計54および温度表示計50にワーニング表示をし、且つバッテリー12の劣化量が設定値を越えた場合は、満充電容量表示計54の表示部を点滅させてバッテリー12が寿命に達したことを知らせる。

【0138】なお、このワーニングサブルーチンは放電モードおよび放置モードにおいても実行され、夫々のモードにおいてバッテリー温度 T の状態とバッテリー12の劣化状態がワーニング表示される。

【0139】

【発明の効果】本発明に係る電気自動車用バッテリーの残容量表示装置では、バッテリーの残容量をデジタル式のバ

ーグラフの表示器によって表示するため、バッテリーの残容量を指針型のメータで表示する場合に生ずる誤差の発生を抑止し、高い精度で残容量を表示することが可能となる。

【0140】さらに、バッテリー温度の表示に対応して満充電容量を表示することにより、これらの表示のレベル差によってバッテリーの劣化状態を表示することができ、さらにまた、満充電容量の表示に対応してバッテリーの残容量を表示することにより、これらの表示のレベル差によって満充電容量に対する残容量を表示することができ、さらに、充電終了時のバッテリー温度の表示位置と残容量の表示位置のレベル差によってバッテリーの総合的な劣化状態を表示することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電気自動車用バッテリーの残容量検出方法を実施するためのバッテリー残容量表示装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の実施例におけるRAMに配置される夫々の記憶部を説明する図である。

【図 3】図 3 A は図 1 の実施例における L U T に記憶される 1 個当たりのバッテリー電圧とバッテリー残容量との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフであり、図 3 B は図 1 の実施例における L U T に記憶されるバッテリー温度と温度補正容量との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフである。

【図 4】図 4 A は図 1 の実施例における L U T に記憶される 1 分間の平均放電電流と電流補正容量との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフであり、図 4 B は図 1 の実施例における L U T に記憶される 1 個当たりのバッテリー電圧と充電効率との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフである。

【図 5】図 5 A は図 1 の実施例における L U T に記憶される放置 30 分後の 1 個当たりのバッテリー電圧と安定時に予測される 1 個当たりのバッテリー電圧との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフであり、図 5 B は図 1 の実施例における L U T に記憶されるバッテリー温度と温度補正係数との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフである。

【図 6】図 1 の実施例における L U T に記憶されるバッテリー温度と満充電容量との関係を示すグラフである。

【図 7】本発明に係る実施例の放電モードにおいて、バッテリーの残容量を検出する方法を説明するメインフローチャートである。

【図 8】放電モードにおける温度表示計に表示されるバッテリー温度と残容量表示計に表示されるバッテリーの残容量と満充電容量表示計に表示される満充電容量との関係を説明する図である。

【図 9】本発明に係る実施例の放電モードにおいて、放電電流と放電中のバッテリー電圧との関係を説明する図である。

【図 10】図 7 に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図 11】図 7 に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図 12】図 7 に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図 13】図 7 に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図 14】図 7 に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図 15】本発明に係る実施例に用いられるバッテリーの充放電サイクル数に対する定格容量の変化を説明するグ

ラフである。

【図 16】本発明に係る実施例において、充電モードにおけるバッテリーの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図 17】本発明に係る実施例において、充電モードにおけるバッテリーの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図 18】図 18 A は充電器からバッテリーに対して供給される充電電流の波形を説明するグラフであり、図 18 B は図 18 A に示す充電電流でバッテリーが充電される際のバッテリー電圧の変化を説明するグラフである。

【図 19】充電モードにおいて、温度表示計に表示されるバッテリー温度と残容量表示計に表示されるバッテリーの残容量と満充電容量表示計に表示される満充電容量との関係を説明する図である。

【図 20】本発明に係る実施例において、放置モードにおけるバッテリーの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図 21】本発明に係る実施例において、放置モードにおけるバッテリーの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図 22】本発明に係る実施例において、放置された経過時間に対するバッテリー電圧の変化を説明するグラフである。

【図 23】図 1 に示す実施例において、バッテリー温度とバッテリーの劣化に対するワーニング表示を説明するフローチャートである。

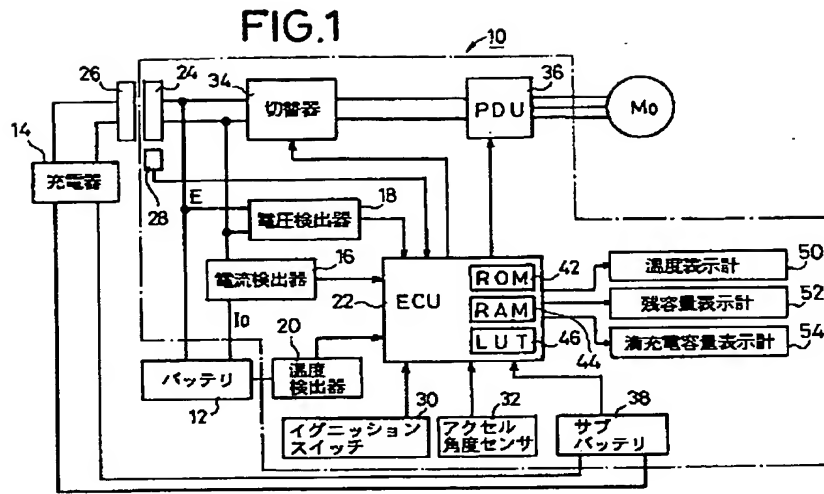
【図 24】図 24 A は図 23 のフローチャートにおいて、バッテリー温度の低下を検出した場合のワーニング表示を説明する図であり、図 24 B は図 23 のフローチャートにおいて、バッテリー温度の上昇を検出した場合のワーニング表示を説明する図である。

【図 25】図 23 のフローチャートにおいて、バッテリーの劣化を検出した場合のワーニング表示を説明する図である。

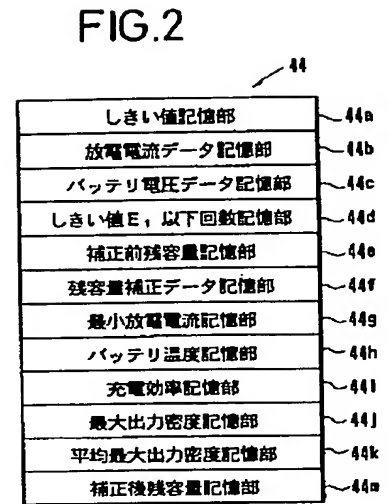
【符号の説明】

10…バッテリー残容量表示装置	12…バッテリー
14…充電器	16…電流検出器
18…電圧検出器	20…温度検出器
22…ECU	24…被充電コネクタ
26…充電コネクタ	28…接続検出センサ
34…切替器	44…RAM
46…LUT	M ₀ …モータ

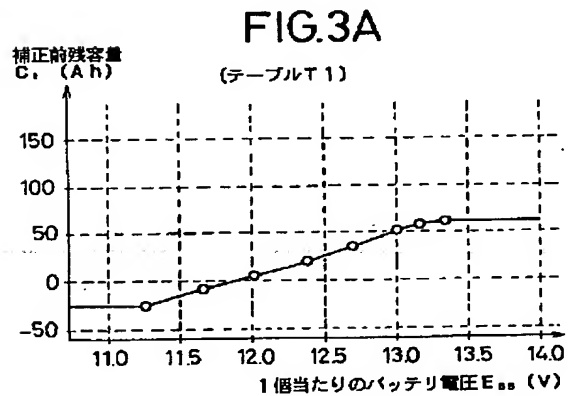
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

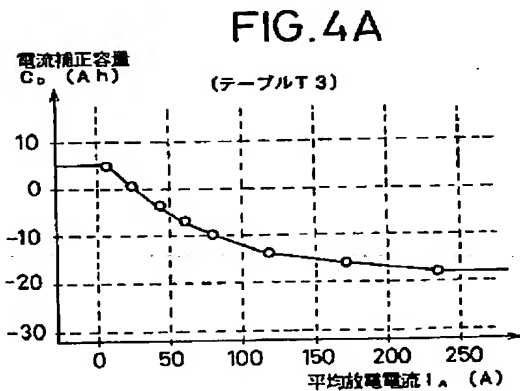


FIG.3B

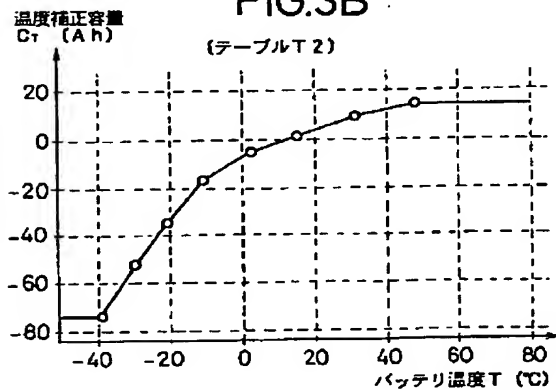
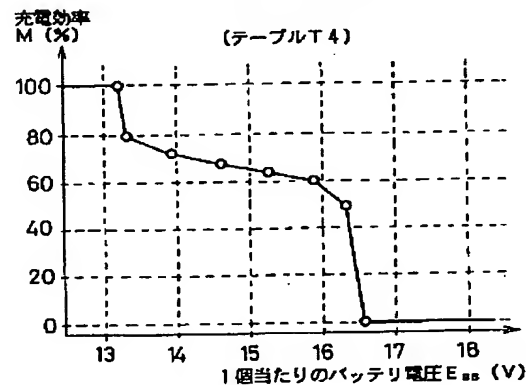


FIG.4B



【図 5】

FIG.5A

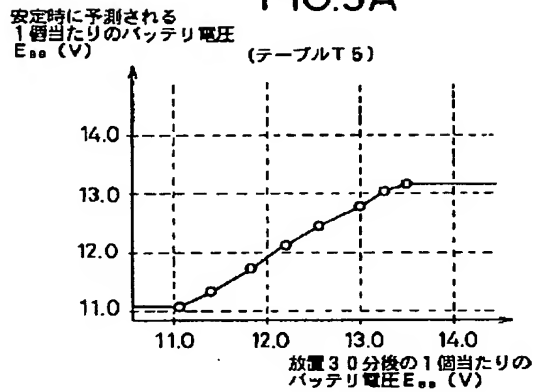
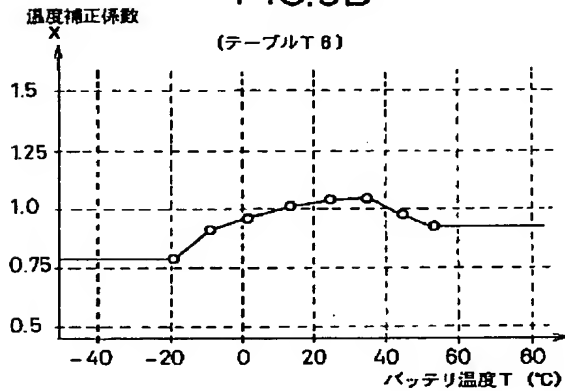
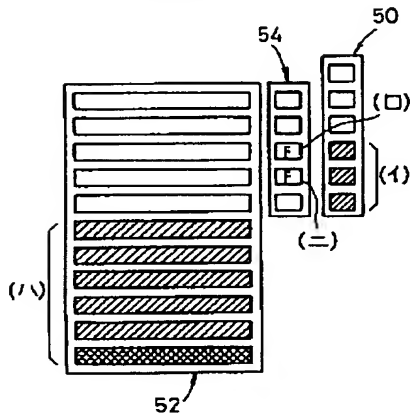


FIG.5B



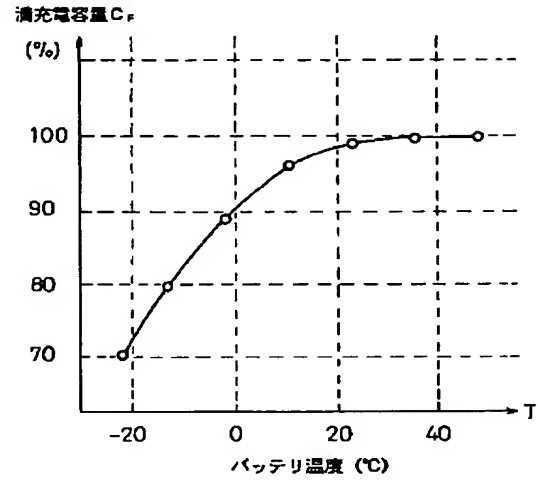
【図 8】

FIG.8



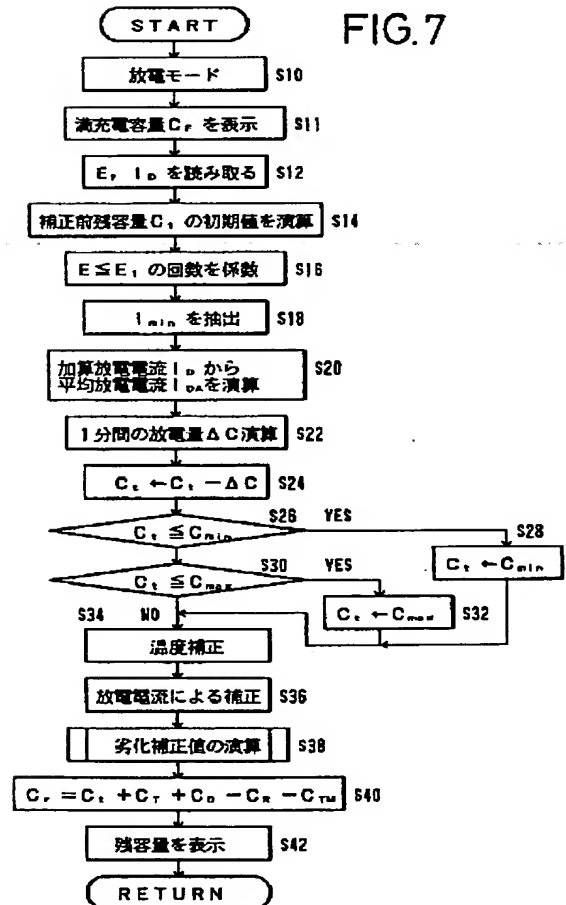
【図 6】

FIG.6



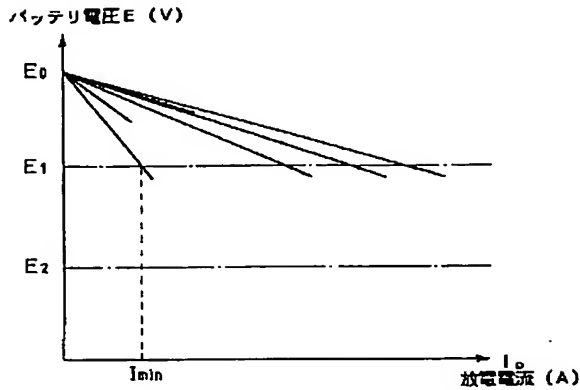
【図 7】

FIG.7



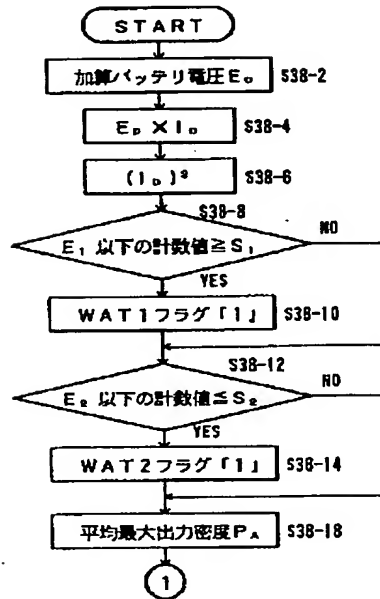
【図 9】

FIG.9



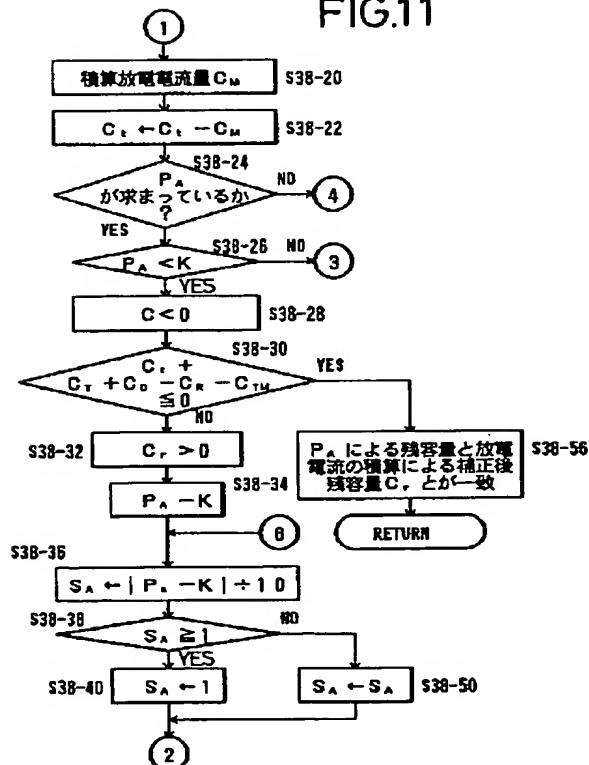
【図 10】

FIG.10



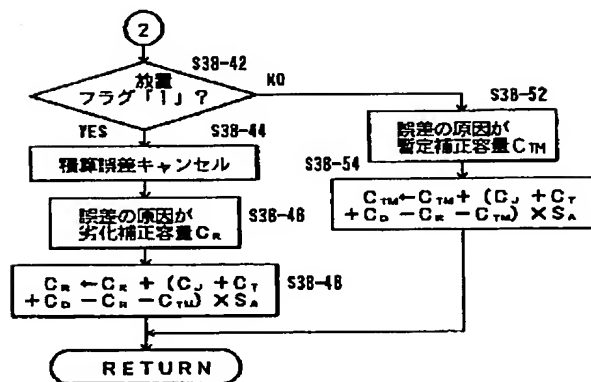
【図 11】

FIG.11



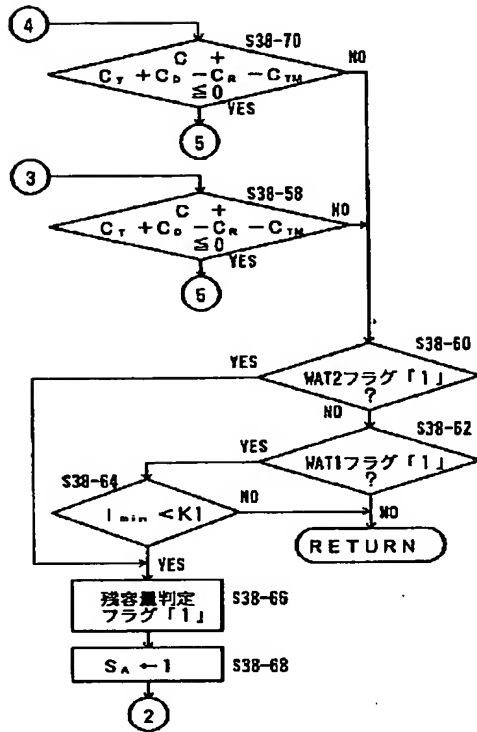
【図 12】

FIG.12



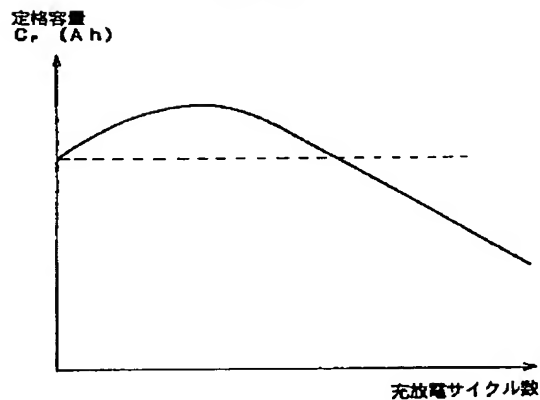
【図 13】

FIG.13



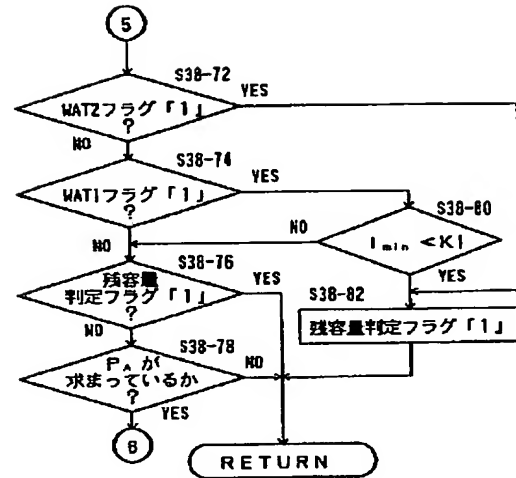
【図 15】

FIG.15



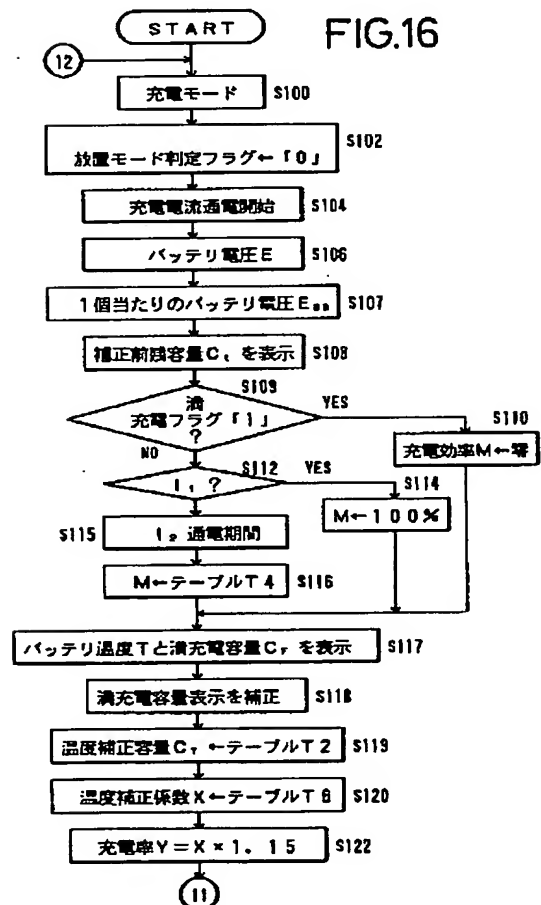
【図 14】

FIG.14

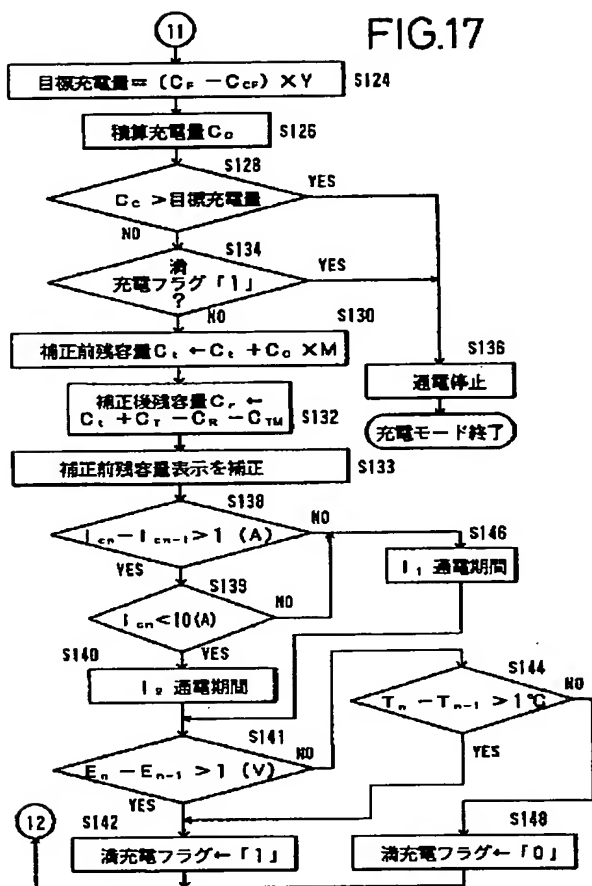


【図 16】

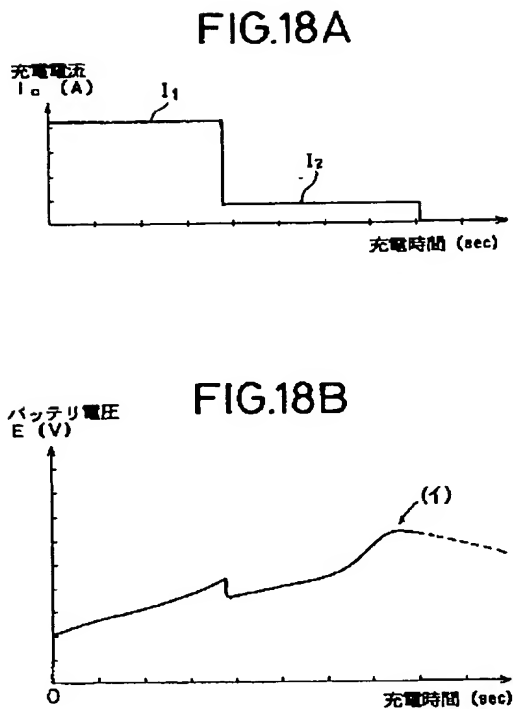
FIG.16



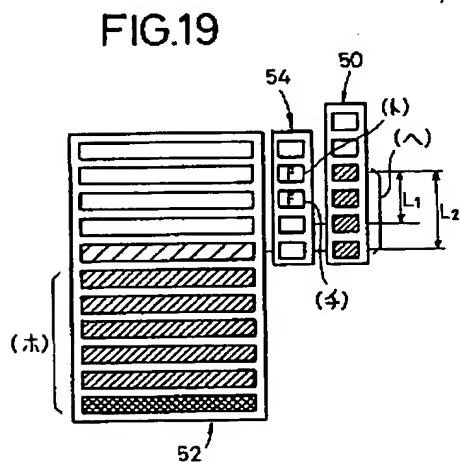
【図 17】



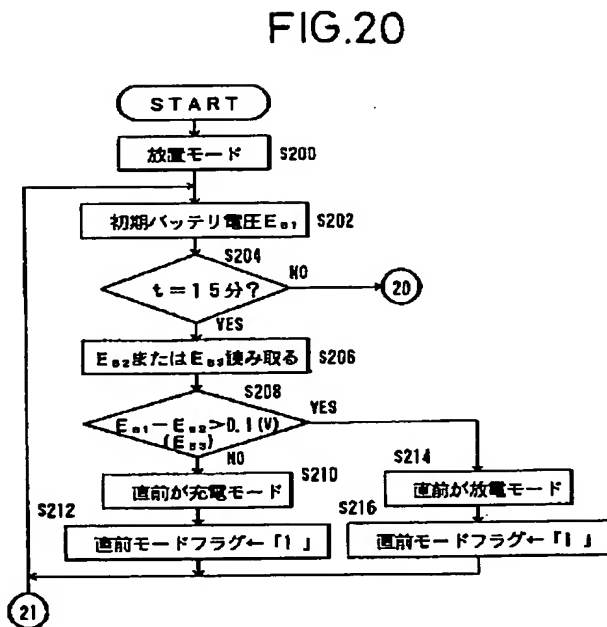
【図 18】



【図 19】

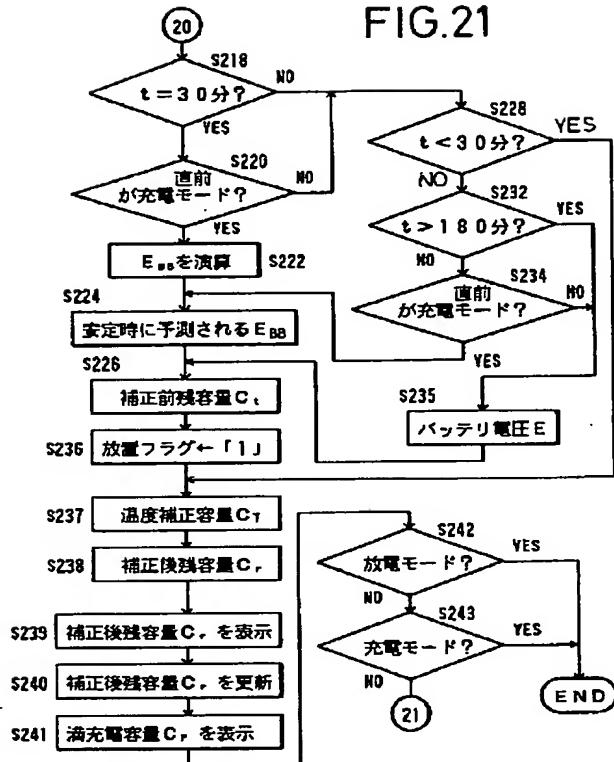


【図 20】



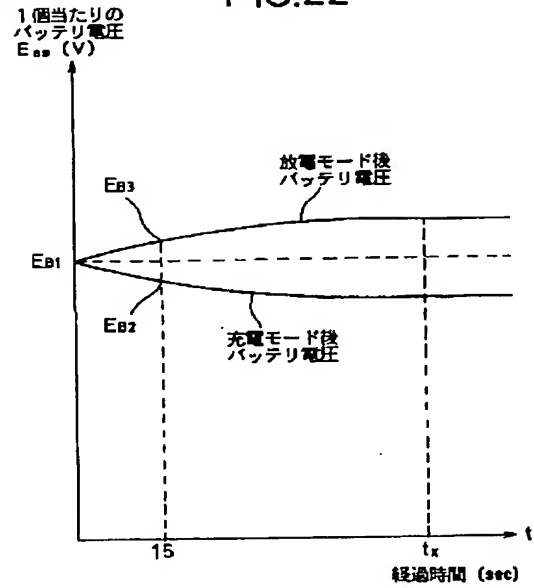
【図 21】

FIG.21



【図 22】

FIG.22



【図 24】

【図 23】

FIG.23

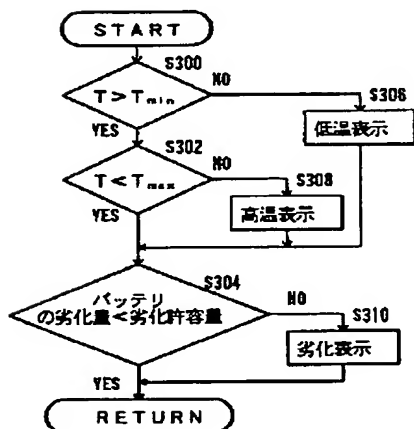


FIG.24A

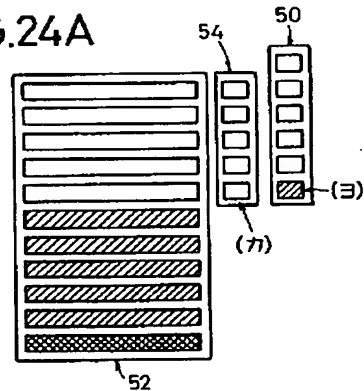
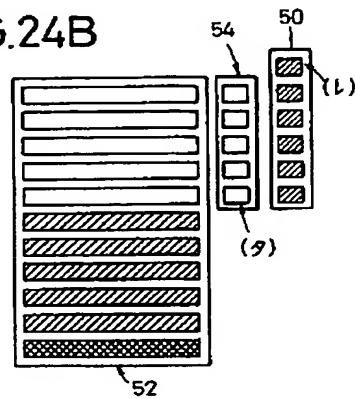


FIG.24B



【図 2 5】

